

АНАЛИЗ ГРУЗОВОГО ЗАХВАТА ДЛЯ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

М. Ю. Йылмаз,

студент

Д. С. Егоров,

студент

С. Г. Гнездилов,

доцент, канд. техн. наук

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана, Москва

Аннотация. Представлены результаты силового и конечно-элементного анализов, а также топологической оптимизации грузовой захвата, предназначенного для перемещения листового металла.

Ключевые слова: грузовой захват, оптимизация.

ANALYSIS OF SHEET METAL GRIPPER WITH USE OF TOPOLOGY OPTIMIZATION TECHNIQUE

Abstract. The results of force and finite element analysis as well as topology optimization of gripper designed for handling sheet metal are presented.

Keywords: gripper, optimization.

При перемещении заготовок из листового проката часто применяют специализированные грузозахватные приспособления, осуществляющие двухстороннее сжатие транспортируемого проката. В целях повышения надежности удержания груза на элементы захвата, непосредственно контактирующие с грузом, наносят специальную насечку в виде зубьев.

Такие захваты отличаются в зависимости от ориентации (горизонтально или вертикально ориентированы) транспортируемых с их использованием грузов. Они отличаются также траекторией смыкания элементов захвата: смыкание навстречу или смыкание навстречу с относительным смещением. Первый случай характерен для симметричных решений захватов, второй — для решений, в которых одна деталь захвата (эксцентрик) совершает вращательное движение относительно другой детали.

Другой отличительный признак таких захватов — характер нанесения зубьев на элементы захвата. Во многих решениях захватов зубья предусмотрены только на одной детали, однако встречаются и несимметричные решения [1; 2], в которых зубья выполнены с обеих сторон (рис. 1).

По мысли изготовителей, увеличение числа зубьев должно повысить надежность крепления

захвата к транспортируемому материалу. При этом, однако, по мнению авторов, такое решение может отрицательно отразиться на эксплуатационных характеристиках таких захватов и привести

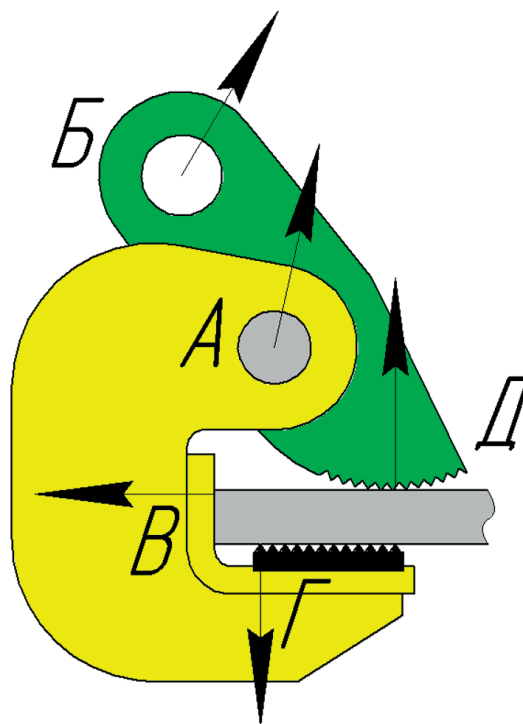


Рис. 1. Схема нагружения захвата

к повышенному износу и повреждению зубьев захвата, повреждениям (в виде царапин) транспортируемого материала и возможному скачкообразному характеру смыкания захвата, а в некоторых случаях даже к соскакиванию захвата с материала при его подъеме.

В связи с этим авторами предлагается в несимметричных решениях захватов, в которых сжатие груза производится элементами с нарезанными зубьями, предусматривать зубья только с одной стороны — со стороны эксцентрика, либо с противоположной стороны.

Визуальный анализ несущей части захвата (рис. 1) (показана желтым цветом) позволяет сделать вывод о том, что усилие от веса груза фактически будет передаваться через часть крайних зубьев (располагаются вблизи точки Г). Такой вывод сделан из обработки равной нулю суммы моментов сил (для несущей части захвата) относительно точки А: силы в точках В и Г должны уравнивать друг друга, и это было бы невозможно, если бы точка Г, характеризующая положение результирующей силы взаимодействия листового металла и зубчатой рейки, располагалась правее точки А.

Выполнен конечно-элементный анализ захвата (рис. 2), результаты которого (перемещения представленные в утрированном виде) позволяют оценить распределение сил в захвате и подтверждают ряд принятых в настоящей работе допущений, а также демонстрируют, что применение таких захватов при определенных обстоятельствах может стать причиной образования на транспортируемом материале пластических деформаций.

Результат (рис. 2) получен для случая, когда листовый металл касается захвата в точке В. А что будет, если листовый металл установить в захват не на полную глубину, а, например, до середины зубчатой рейки? В таком случае сила в точке В будет отсутствовать, а сила в точке Г от веса груза и усилия его поджатия эксцентриком будет уравниваться некоторой горизонтальной силой взаимодействия, которая будет образовываться между зубьями рейки и листовым металлом и будет стремиться увести захват с листового металла. И чем надежнее сцепление захвата с грузом, тем меньше вероятность возникновения этого события.

Анализ напряженного состояния элементов захвата показывает, что уровень напряжений в его различных областях весьма неодинаков (рис. 2), что делает актуальной оптимизацию топологии [3] для такого решения. Примем следующие допущения: в точке Г (рис. 1) листовый металл шарнирно

связан с зубчатой рейкой, а в точке В — имеет место простое опирание листового металла на несущий элемент без ограничения относительного перемещения по вертикали. Основываясь на принятых допущениях о распределении сил в захвате, построим расчетную схему для топологической оптимизации и получим результат, представленный на рис. 3.

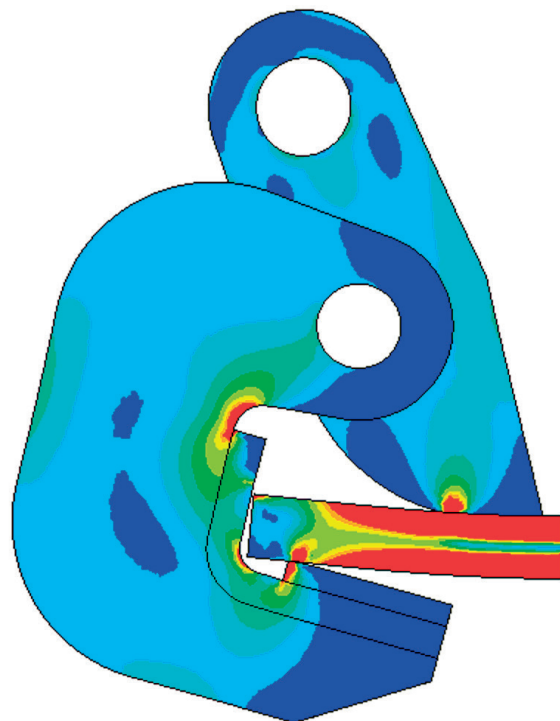


Рис. 2. Карта напряжений в захвате

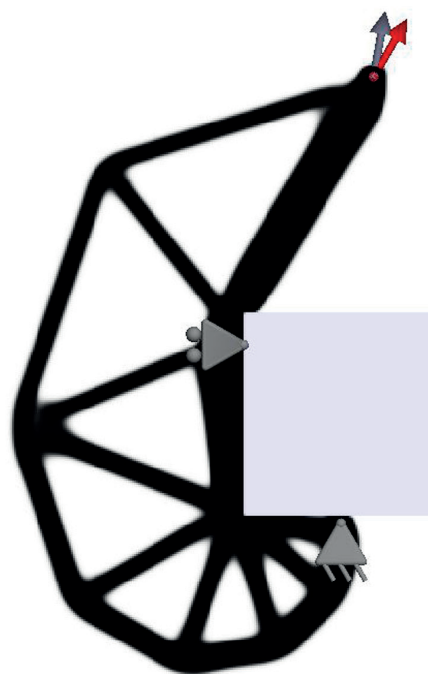


Рис. 3. Результат оптимизации

В результате работы получена рациональная топология несущей части захвата, на основе которой может быть скорректирована его конструкция. Однако в связи с тем, что такой захват может

стать причиной повреждения транспортируемого материала, то рекомендуется внесение в него конструктивных изменений, которые сгладили бы этот недостаток.

Список литературы

1. Патент РФ 55758. Захват для вертикального транспортирования толстолистового проката / Краснов Е. М., Копров Р. Н. Оpubл. 27.08.2006. Бюл. № 24.
2. Патент РФ 186453. Эксцентриковый захват для вертикального перемещения листов различной толщины / Репин С. В., Миронов Н. Д., Рулис К. В. и др. Оpubл. 21.01.2019. Бюл. № 3.
3. Гнездилов С. Г., Шубин А. Н. Принципы рационального проектирования элементов машин с использованием методов топологической оптимизации // Строит. и дорож. машины. 2016. № 2. С. 44–49.